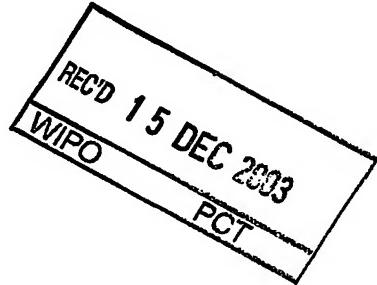


## BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

Rec'd PCT/PTO 27 APR 2005



10/532892

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

**Aktenzeichen:** 102 51 390.2  
**Anmeldetag:** 01. November 2002  
**Anmelder/Inhaber:** Heraeus Tenevo AG,  
Hanau/DE  
**Bezeichnung:** Verfahren und Vorrichtung zur Herstellung eines  
Körpers aus Quarzglas  
**IPC:** C 03 B 19/01

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 06. November 2003  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
**Der Präsident**  
 Im Auftrag,

**PRIORITY  
DOCUMENT**  
 SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
 COMPLIANCE WITH RULE 17.1 (a) OR (b)

Köhle

**Patentanmeldung****Heraeus Tenevo AG****Verfahren und Vorrichtung  
zur Herstellung eines Körpers aus Quarzglas**

5

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Körpers aus Quarzglas unter Einsatz einer Brenneranordnung aus mehreren in einer Reihe angeordneten Abscheidebrennern, denen über Medienzuführleitungen eine siliziumhaltige Ausgangssubstanz und Brennstoffe zugeführt, daraus SiO<sub>2</sub>-Partikel erzeugt und diese auf der Mantelfläche eines um seine Längsachse rotierenden Trägers unter Bildung eines porösen SiO<sub>2</sub>-Rohlings schichtweise abgeschieden werden, indem die Brenneranordnung in einem vorgegebenen Bewegungsablauf eine geschlossene Bewegungsbahn durchläuft, die einen entlang der Träger-Längsachse verlaufenden Abscheidepfad umfasst.

15 Weiterhin betrifft die Erfindung eine Vorrichtung zur Herstellung eines Körpers aus Quarzglas, umfassend eine Brenneranordnung aus mehreren in einer Reihe angeordneten Abscheidebrennern, die mit Medienzuführleitungen für die Zufuhr einer siliziumhaltigen Ausgangssubstanzen und von Brennstoffen verbunden sind, und die über eine geschlossene Bewegungsbahn, die einen entlang eines um seine Längsachse rotierbaren Trägers verlaufenden, Abscheidepfad umfasst, bewegbar ist.

Nach einem Verfahren der eingangs genannten Gattung erhaltene Körper bestehen aus dotiertem oder undotiertem Quarzglas. Sie werden als Vorform für optische Fasern eingesetzt, oder sie werden beispielsweise in Stab- oder Rohrform als Halbfertigprodukt und als Ausgangsmaterial bei der Lichtwellenleiterherstellung, der Optik, insbesondere für optische Quarzglaselemente zum Einsatz in der Mikrolithographie oder zur Herstellung von Gerätschaften für die Halbleiterfertigung.

Die Herstellung von synthetischem Quarzglas für diese Anwendungen erfolgt häufig durch Flammenhydrolyse geeigneter siliziumhaltiger Ausgangskomponenten, insbesondere von Silanen oder Siloxanen nach dem bekannten OVD-Verfahren (Outside Vapor Deposition). Dabei wird ein

- 5 Zwischenprodukt in Form eines rohrförmigen „Sootkörpers“ aus porösem Quarzglas erhalten. Zu dessen Herstellung werden einem Abscheidebrenner die siliziumhaltige Ausgangskomponente und Brennstoffe (Medien) zugeführt, in einer Brennerflamme zu SiO<sub>2</sub>-Partikeln hydrolysiert und die Partikel auf einem um seine Längsachse rotierenden Träger unter Bildung des rohrförmigen SiO<sub>2</sub>-Sootkörpers  
10 schichtweise abgeschieden. Aus dem rohrförmigen Sootkörper wird durch Sintern ein Quarzglasrohr und durch Kollabieren der Innenbohrung ein Quarzglasstab erhalten.

- Zur Erhöhung der Abscheiderate (SiO<sub>2</sub>-Masse pro Zeiteinheit) können mehrere Abscheidebrenner zu einer Brennerreihe zusammengefasst werden, wobei die  
15 Brennerreihe parallel zur Sootkörper-Oberfläche von einem Ende des sich bildenden Rohlings zum gegenüberliegenden Ende hin- und herbewegt wird. Bei dieser Verfahrensweise bilden sich jedoch nach außen konisch auslaufende Rohling-Endbereiche aus, deren Eigenschaften sich von denen im zentralen Bereich unterscheiden und die daher nicht brauchbar sind. Die Länge dieser  
20 unbrauchbaren Endbereiche nimmt mit der Länge der Brennerreihe zu.

- Zur Lösung dieses Problems wird in der DE 196 28 958 A1 vorgeschlagen, eine Brenneranordnung bestehend aus einer Vielzahl, in einer Reihe angeordneter Abscheidebrenner einzusetzen, und die Brenneranordnung entlang des um seine Längsachse rotierenden Trägers oszillierend hin- und her zu bewegen, wobei  
25 jeder Abscheidebrenner jeweils nur einen kleinen Teilbereich der Oberfläche des Sootkörpers überstreicht. Dadurch werden zwar auch Sootkörper mit nach außen sich verjüngenden Endbereiche erzeugt, die Größe der Endbereiche hängt aber nicht von der Länge der Brenneranordnung ab, sondern von der Amplitude der Hin- und Herbewegung. Dadurch ist es möglich, eine langgestreckte Brennerreihe  
30 mit einer Vielzahl von Abscheidebrennern und einer demzufolge hohen Abscheiderate pro Zeiteinheit einzusetzen. Allerdings kommt es in den Bereichen um die Wendepunkte der Brennerbewegung infolge lokaler Änderungen der

Temperatur, des Masseauftrag oder der Dichte zu Inhomogenitäten. Außerdem wirken sich Unterschiede in der Abscheidecharakteristik verschiedener Abscheidebrenner lokal unterschiedlich auf die Oberflächentemperatur und auf den Masseauftrag aus, wodurch ebenfalls Inhomogenitäten verursacht werden.

- 5 Diese können zu einer unregelmäßigen Oberfläche führen und sich bei der Weiterverarbeitung des Sootkörpers ungünstig bemerkbar machen und damit die Qualität des aus dem Sootkörper erhaltenen Quarzglaszyllinders mindern oder eine aufwändige Nachbearbeitung erfordern. Diese Technik zeichnet sich somit zwar durch eine hohe Abscheiderate aus, jedoch können die erhaltenen
- 10 Quarzglaszyylinder – ohne Nachbearbeitung - nur zur Herstellung von Quarzglas mit vergleichsweise geringer Homogenitätsanforderungen eingesetzt werden.

Diese Nachteile werden bei dem gattungsgemäßen Verfahren gemäß der US 4,684,384 A vermieden, aus dem auch eine Vorrichtung mit den eingangs genannten Merkmalen zu entnehmen ist. Darin wird die gleichzeitige Herstellung

- 15 mehrerer SiO<sub>2</sub>-Rohlinge aus porösem Quarzglas in einer einzigen Anlage beschrieben. Hierzu ist eine Vielzahl von Abscheidebrennern vorgesehen, die um eine geschlossene, im wesentlichen kreisförmigen Schleife (Kreisbahn) hintereinander umlaufend SiO<sub>2</sub>-Partikel auf den um die Kreisbahn angeordneten, und um ihre Längsachse rotierenden Trägern abscheiden. Die jeweiligen Rohlinge
- 20 Enden ergeben sich bei diesem Verfahren dadurch, dass alle Abscheidebrenner der Reihe nach bei ihrem Umlauf um die Kreisbahn vom jeweiligen Träger wegschwenken um auf den nächsten Träger zubewegt zu werden. Dabei ändern die Abscheidebrenner ihre Bewegungsrichtung nicht, so dass alle Abscheidebrenner immer wieder dieselben Kreisbahn-Positionen durchlaufen.

- 25 Diese Verfahrensweise, bei der eine beliebig lange Brennerreihe eingesetzt werden kann, zeichnet sich durch hohe Abscheiderate bei gleichzeitig hoher Homogenität des Sootkörpers und der daraus erhaltenen Quarzglaszyllinders aus. Dennoch hat sich das bekannte Verfahren in der Praxis nicht durchgesetzt. Der Hauptgrund hierfür ist darin zu sehen, dass die sich wiederholende
- 30 Kreisbewegung der Abscheidebrenner aufwändige Maßnahmen erforderlich macht, um eine Längstorsion der Medienzuführleitungen und ein Verdrillen untereinander zu vermeiden. In der US 4,684,384 A werden hierfür zwei

Maßnahmen empfohlen. Zum einen eine Hin- und Herbewegung der Brennerreihe, mit den oben bereits erörterten Nachteilen. Und zum anderen der Einsatz einer Drehdurchführung zur Zuleitung der Medienströme in die Abscheidekammer. Die im Wesentlichen aus metallischen und aus

5 Dichtungskomponenten bestehende Drehdurchführung ist konstruktiv äußerst aufwändig und dürfte auch wegen der chemischen Aggressivität der eingesetzten Medien (wie beispielsweise  $\text{SiCl}_4$ ) nur bedingt den üblichen Prozessanforderungen an Reinheit, Betriebssicherheit und Reproduzierbarkeit genügen.

Der Erfindung liegt somit die Aufgabe zugrunde, ein wirtschaftliches,

10 reproduzierbares und betriebssicheres Verfahren zur Herstellung von Körpern aus Quarzglas anzugeben, insbesondere, Sootschichten auf einem Träger mit hoher Abscheiderate und gleichzeitig hoher Homogenität herzustellen:

Außerdem liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine konstruktiv einfache und preiswerte Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens

15 bereitzustellen.

Hinsichtlich des Verfahrens wird diese Ausgabe ausgehend von dem eingangs genannten Verfahren erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass die Brenneranordnung beim Bewegungsablauf einen eine Rechtsverdrillung der Medienzuführleitungen bewirkenden Streckenabschnitt, und einen eine

20 Linksverdrillung der Medienzuführleitungen bewirkenden Streckenabschnitt durchläuft.

Ohne Umkehr der Bewegungsrichtung durchläuft die Brenneranordnung wiederholt eine geschlossene Bewegungsbahn, entlang der ein oder mehrere Träger zur Bildung eines oder mehrerer Sootkörper angeordnet sind. Derjenige

25 Streckenabschnitt der Bewegungsbahn, in dem die Abscheidebrenner ein Abscheiden von  $\text{SiO}_2$ -Partikeln auf einem Träger bewirken, wird hier und im Folgenden auch als „Abscheidepfad“ bezeichnet.

Im Unterschied zum bekannten Verfahren wird beim erfindungsgemäßen Verfahren sowohl auf eine Umkehr der Brennerbewegung als auch auf eine

30 Drehdurchführung für die Zufuhr der Brennermedien verzichtet. Stattdessen wird

ein leichtes Verdrillen der Medienzuführleitungen untereinander in Kauf genommen, wobei aber ein Abscheren oder Abreißen der Leitungen dadurch verhindert wird, dass die Brenneranordnung bei ihrem Bewegungsablauf mindestens zwei auf das Verdrillen der Medienzuführleitungen gegensätzlich

5 wirkende Streckenabschnitte durchläuft. Nämlich einen Streckenabschnitt, der eine Rechtsverdrillung der Medienzuführleitungen bewirkt und einen weiteren Streckenabschnitt, in dem die Medienzuführleitungen eine Linksverdrillung erfahren. Rechtsverdrillung und Linksverdrillung heben sich im einfachsten Fall bei jedem Durchlaufen der Bewegungsbahn gegenseitig vollständig auf. Sofern nach

10 einmaligem Durchlaufen der Bewegungsbahn eine Rest-Verdrillung in einer Richtung verbleibt, erfolgt deren Kompensation oder Überkompensation durch einen Überschuss entgegengesetzter Verdrillung bei einem nachfolgenden Durchlaufen der Bewegungsbahn. Ein Verfahren unter Inkaufnahme einer ständig zunehmenden Verdrillung der Medienzuführleitungen in einer Richtung ohne

15 Möglichkeit einer Entdrillung durch Verdrillen in entgegengesetzter Richtung ist nicht Gegenstand der Erfindung.

Die geschlossene Bewegungsbahn ist durch den Startpunkt der Brennerbewegung und den nachfolgenden Pfad zur Rückführung der Brenneranordnung zum Startpunkt definiert. Zur Vollendung eines

20 Bewegungsablaufs im Sinne der Erfindung – umfassend Streckenabschnitte mit Links- und Rechtsverdrillung - durchläuft die Brenneranordnung die Bewegungsbahn einmal oder mehrmals. Wesentlich ist, dass bei jedem Bewegungsablauf mindestens eine Teilstrecke der Bewegungsbahn als Abscheidepfad ausgebildet ist, und dass von der Brenneranordnung mindestens

25 ein Streckenabschnitt mit Rechtsverdrillung der Medienzuführleitungen und mindestens ein Streckenabschnitt mit Linksverdrillung der Medienzuführleitungen durchlaufen wird. Die Medienzuführleitungen sind so flexibel ausgelegt, dass sie das noch erforderliche Maß an Verdrillung und Torsion aufnehmen können. Einer Torsion der einzelnen Medienzuführleitung kann auch durch eine axial drehbare

30 Lagerung der Abscheidebrenner entgegengewirkt werden, so dass die Torsion der einzelnen Medienzuführleitungen im Folgenden nicht mehr weiter betrachtet wird.

- Die Brenneranordnung besteht aus einer Aneinanderreihung mehrerer Abscheidebrenner. Die Länge der Brenneranordnung bzw. die Anzahl ihrer Abscheidebrenner richtet sich nach der Länge der Bewegungsbahn und der Länge des mindestens einen Abscheidepfades. Es kann eine Brenneranordnung zum
- 5 Einsatz kommen, die kürzer ist als die Länge des herzustellenden Sootkörpers, vorzugsweise ist die Brenneranordnung aber länger als der Sootkörper, wie aus den folgenden Erläuterungen noch deutlich wird. In jedem Fall wird infolge des Einsatzes einer mehrere Abscheidebrenner umfassenden Brenneranordnung eine hohe Gesamt-Abscheiderate (pro Zeiteinheit) erreicht. Außerdem wird die
- 10 Brenneranordnung stets von einem stirnseitigen Ende des sich bildenden  $\text{SiO}_2$ -Sootkörpers zum gegenüberliegenden stirnseitigen Ende bewegt, so dass sich auf der Sootkörperoberfläche abbildende Wendepunkte der Brennerbewegung nicht auftreten und somit axial homogene Materialeigenschaften und eine ebene Oberfläche erreicht werden. Unterschiede zwischen den Abscheidebrennern
- 15 verursachen keine axialen Inhomogenitäten in Bezug auf Dichte und Masseauftrag. Außerdem wird auch eine Umkehr der Bewegungsrichtung und der damit einhergehende Nachteil hinsichtlich der Ausbildung sich verjüngender Sootkörper-Enden vermieden. Das erfindungsgemäße Verfahren ermöglicht daher eine hohe Abscheiderate bei gleichzeitig axial homogener Verteilung der
- 20 Materialeigenschaften des Sootkörpers und exakter Zylindergeometrie ohne wesentliche Oberflächenwelligkeit.
- Aus dem rohrförmigen Sootkörper wird durch Sintern ein Quarzglasrohr und durch Kollabieren der Innenbohrung ein Quarzglasstab erhalten. Der Träger wird in der Regel vor dem Sintern oder Kollabieren entfernt, andernfalls wird der Sootkörper
- 25 beim Sintern auf den Träger kollabiert. Bei dem Träger handelt es sich um einen stabförmigen oder rohrförmigen Körper aus Grafit, aus einem keramischen Material wie Aluminiumoxid, aus undotiertem Quarzglas, aus dotiertem Quarzglas oder aus dotierten oder undotierten porösen  $\text{SiO}_2$ -Soot. Träger aus dotiertem Quarzglas oder dotiertem  $\text{SiO}_2$ -Soot können dabei auch eine radial inhomogene
- 30 Dotierstoffverteilung aufweisen und insbesondere als Halbzeug für optische Fasern als sogenannter „Kernstab“ mit einem radial inhomogenen Brechzahlprofil ausgebildet sein.

Eine besonders bevorzugte Ausführungsvariante des erfindungsgemäßen Verfahrens zeichnet sich dadurch aus, dass benachbarte Abscheidebrenner der Brenneranordnung einen Brennerabstand im Bereich zwischen 5 cm und 50 cm voneinander halten, und dass beim Durchlaufen des Abscheidepfades der erste 5 Abscheidebrenner der Brenneranordnung dem letzten Abscheidebrenner mit einem Abstand im Bereich des Brennerabstands folgt.

Der Abstand der Abscheidebrenner voneinander liegt im üblichen Bereich zwischen 5 cm und 50 cm, wobei ein konstanter Brenner-Brenner-Abstand in der Brenneranordnung nicht erforderlich ist. Wesentlich ist, dass beim

- 10 Bewegungsablauf entlang des Abscheidepfades stets der erste Abscheidebrenner der Brenneranordnung dem letzten Abscheidebrenner in einem ähnlichen Abstand wie dem genannten Brenner-Brenner-Abstand folgt. Dadurch kann ein kontinuierlicher Abscheidevorgang auf dem Träger gewährleistet und ein übermäßiges Abkühlen des Sootkörpers verhindert werden, was sich auf die
- 15 Homogenität des Abscheidevorgangs vorteilhaft auswirkt und eine gleichbleibende axiale Masseabscheidung und eine homogene DichteVerteilung ermöglicht. Dieser möglichst kontinuierlicher Abscheidevorgang wird im Folgenden auch als „gleichmäßige Frequentierung“ des Abscheidepfades bezeichnet. Es ist nicht erforderlich, dass der erste Abscheidebrenner der Brenneranordnung dem letzten
- 20 Abscheidebrenner auf demselben Abscheidepfad folgt; es kommt lediglich auf den axialen Abstand der Brenner zueinander an. Denn wegen der Rotation des Trägers um seine Längsachse wird die gleiche Wirkung erzielt, wenn der erste Abscheidebrenner der Brenneranordnung dem letzten Abscheidebrenner auf einem parallel verlaufenden Abscheidepfad folgt.
- 25 Es hat sich als vorteilhaft erwiesen, von den Abscheidebrennern außerhalb des Abscheidepfades gebildete SiO<sub>2</sub>-Partikel mittels einer Auffangeinrichtung aufzufangen.

Die aufgefangenen SiO<sub>2</sub>-Partikel können aus der Abscheidekammer entfernt werden, so dass darin umher vagabundierende SiO<sub>2</sub>-Partikel, die zu

- 30 Inhomogenitäten im Sootkörper führen können, verminder werden.

Bei einer ersten bevorzugten Alternative des erfindungsgemäßen Verfahrens wird der die Rechtsverdrillung bewirkende Streckenabschnitt als erste Schleife mit vorgegebener Drehrichtung, und der die Linksverdrillung bewirkende Streckenabschnitt als zweite Schleife mit umgekehrter Drehrichtung durchlaufen.

- 5 In diesem Fall umfasst die Bewegungsbahn mindestens eine erste Schleife und eine zweite Schleife mit jeweils entgegengesetzter Drehrichtung. Die hierfür gewählten Bezeichnungen „erste Schleife“ und „zweite Schleife“ besagen nichts über die Reihenfolge, in der diese Schleifen von der Brenneranordnung durchlaufen werden. Im einfachsten Fall bewegen sich die Abscheidebrenner
- 10 einmal links herum und einmal rechts herum (oder umgekehrt), so dass die Medienzuführleitungen bei jedem Bewegungsablauf zunächst um 360 Grad verdrillt und in der anschließenden Schleife wieder entsprechend entdrillt werden. Die Bewegungsbahn kann auch mehr als zwei Schleifen umfassen; wesentlich ist, dass die beim Durchlauf der Schleifen verursachten Verdrillungen demselben oder
- 15 einem späteren Bewegungsablaufs wieder vollständig kompensierbar sind.

Für die Anordnung der Schleifen innerhalb der Bewegungsbahn gibt es mehrere geeignete Varianten. In einer ersten Variante weisen die erste Schleife und die zweite Schleife einen gemeinsamen Abscheidepfad auf. Diese Ausführungsform der Bewegungsbahn wird im Folgenden auch als „Doppelschleife“ bezeichnet.

- 20 Der Abscheidepfad bildet in dem Fall eine beiden Schleifen gemeinsame Wegstrecke auf der Bewegungsbahn. Am Ende der gemeinsamen Wegstrecke verzweigt die Bewegungsbahn durch „Weichenstellung“ in eine zu ersten Schleife gehörende Windung nach rechts oder in eine zur zweiten Schleife gehörende Windung nach links. Die beiden Schleifen können auch mehrere Abscheidefade
- 25 gemeinsam haben. Bei dieser Verfahrensweise ist eine Art „Weiche“ erforderlich, jedoch kann ein Kreuzungspunkt zwischen den Schleifen, der eine entsprechende mechanische Anpassung der Bewegungsbahn erfordert, und der insbesondere bei langen Brenneranordnungen Probleme wegen gegenseitiger Behinderungen der Medienzuführleitungen mit sich bringen kann, vermieden werden. Dabei erweist es
- 30 sich auch als günstig, dass die Brenneranordnung den gemeinsamen Abscheidepfad stets in gleicher Bewegungsrichtung durchläuft, was dessen

gleichmäßige Frequentierung fördert und damit die Homogenität des Sootkörpers verbessert.

Bei einer zweiten geeigneten Variante für die Anordnung der Schleifen innerhalb der Bewegungsbahn weisen die beiden Schleifen jeweils einen Abscheidepfad auf  
5 und sie haben einen Kreuzungspunkt miteinander. Auch bei dieser Variante unterscheiden sich die beiden Schleifen in ihrer Drehrichtung. Im Kreuzungspunkt überschneiden sich erste Schleife und zweite Schleife, wobei es nicht erforderlich ist, dass die Schleifen beim Kreuzungspunkt in einer gemeinsamen Ebene verlaufen; der Kreuzungspunkt ergibt sich in jedem Fall in der Projektion der  
10 Bewegungsbahn auf eine der parallel zur Träger-Längsachse verlaufenden Ebenen. Ein Überschneiden der Schleifen eröffnet eine Vielzahl von Variationsmöglichkeiten zur Gestaltung einer geschlossenen Bewegungsbahn im Sinne der Erfindung. Die beiden Schleifen mit entgegengesetzter Drehrichtung bilden hierbei im einfachsten Fall eine „8-Form“, weswegen diese  
15 Ausführungsform der Bewegungsbahn im Folgenden auch als „8-förmige Schleife“ bezeichnet wird.

Es wird eine Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens bevorzugt, bei der die Abscheidebrenner in einem Abscheidemodus unter Abscheiden von SiO<sub>2</sub>-Partikeln auf der Zylindermantelfläche des Trägers beim Durchlaufen des  
20 Abscheidepfades und in einem Leerlaufmodus ohne Abscheiden von SiO<sub>2</sub>-Partikeln, betrieben werden.

Durch Umschalten zwischen Abscheidemodus und Leerlaufmodus können SiO<sub>2</sub>-Ausgangsmaterial und Brennstoffe eingespart werden. Hierzu wird Zufuhr dieser Medien oder zumindest des SiO<sub>2</sub>-Ausgangamaterial gestoppt oder vermindert,  
25 wenn die Abscheidebrenner sich außerhalb eines Abscheidepfades befinden.

Im Fall einer „Doppelschleife“ werden vorteilhafterweise höchstens 50% der Abscheidebrenner der Brenneranordnung gleichzeitig im Abscheidemodus betrieben.

Die Brenneranordnung ist hierbei mindestens doppelt so lang wie die Teillänge der  
30 Brenneranordnung mit jeweils im Abscheidemodus betriebenen

Abscheidebrennern. Dies trägt dazu bei, den Abscheidevorgang auf dem Träger zu homogenisieren und damit eine in etwa gleich bleibende Temperatur des Sootkörperoberfläche einzuhalten. Hierfür ist erforderlich, dass sobald der erste Abscheidebrenner der Brenneranordnung den gemeinsamen Abscheidepfad am 5 vorderen Ende verlässt, um über die eine Schleife in Richtung auf das hintere Ende zurückgeführt zu werden, ein anderer Abscheidebrenner am hinteren Ende einsetzt. Da der Rückweg zum hinteren Ende bei einem zylinderförmigen Sootkörper nicht kürzer sein kann als der Abscheidepfad selbst, muss die Brenneranordnung mindestens die doppelte Länge des Abscheidepfades haben.

- 10 Bei der beschriebenen ersten Alternative des erfindungsgemäßen Verfahrens wird die Rechtsverdrillung und Linksverdrillung der Medienzuführleitungen durch entsprechend gewundene Schleifen der Bewegungsbahn erreicht, indem die Brenneranordnung ihre Drehrichtung wechselt. Bei der nachfolgend erläuterten zweiten bevorzugten Alternative des erfindungsgemäßen Verfahrens wird der die 15 Rechtsverdrillung bewirkende Streckenabschnitt und der die Linksverdrillung bewirkende Streckenabschnitt der geschlossenen Bewegungsbahn durch eine geeignete dynamische Zuführung der Medienzuführleitungen erzeugt. Die Medienzuführleitungen oder eine in die Medienzuführleitungen verzweigende Medien-Sammelleitung werden dabei während eines Bewegungsablaufs so 20 verlagert, dass sich wechselweise eine Linksverdrillung und eine Rechtsverdrillung der Medienzuführleitungen ergibt.

Durchläuft die Brenneranordnung einen gewundenen Streckenabschnitt, so hängt die Verdrillungsrichtung der Medienzuführleitungen davon ab, von welcher Seite Medienzuführleitungen oder Medien-Sammelleitung an die Abscheidebrenner

- 25 herangeführt sind. Im einen Fall ergibt sich eine Linksverdrillung der Medienzuführleitungen untereinander, im anderen Fall eine Rechtsverdrillung. Dieser Effekt wird beim erfindungsgemäßen Verfahren zum Vermeiden einer übermäßigen Verdrillung der Medienzuführleitungen genutzt, indem die Medienzuführleitungen oder die Medien-Sammelleitung während eines 30 Bewegungsablaufs mindestens einmal von der einen Seite (von oberhalb) der Bewegungsbahn kommend und mindestens einmal von der gegenüberliegenden Seite (von unterhalb) der Bewegungsbahn kommend an die Abscheidebrenner

herangeführt werden. Bei dieser Verfahrensweise ist es daher erforderlich, die Medienzuführleitungen oder die Medien-Sammelleitung von der einen Seite der Bewegungsbahn auf die andere zu verlagern. Hierbei wird eine ansonsten geschlossene Bahnspur quer zum Spurverlauf von den Medienzuführleitungen

5 bzw. von der Medien-Sammelleitung passiert. Bei dieser Verfahrensvariante ist eine einfache, geschlossene Bewegungsbahn hinreichend; eine Doppelschleife oder eine 8-Form-Schleife sind nicht erforderlich. Die Verfahrensweise wird im Folgenden an einem einfachen Beispiel verdeutlicht: Durchlaufen die Abscheidebrenner eine geschlossene, eine horizontale Ebene aufspannende

10 Bewegungsbahn gegen den Uhrzeigersinn, und werden in dem Fall die Medienzuführleitungen von unten zugeführt, so ergibt sich eine Verdrillung der Leitungen in einer Richtung; andernfalls, bei einer Zufuhr der Medienzuführleitungen von oben, durch die Bewegungsbahn hindurch, ergibt sich eine Verdrillung in der anderen Richtung. Die Verlagerung der

15 Medienzuführleitungen erfolgt zum Beispiel nach vorgegebenen Zeitabständen, in Abhängigkeit von der Position der Brenneranordnung auf der Bewegungsbahn, nach einmaligem oder mehrmaligem Durchlaufen der Bewegungsbahn, bei Bedarf oder statistisch. Eine vorher erzeugte Verdrillung der Medienzuführleitungen wird nach deren Verlagerung ganz oder teilweise kompensiert, oder überkompensiert.

20 Auch bei dieser Alternative des erfindungsgemäßen Verfahrens ist ein sich regelmäßig wiederholender Bewegungszyklus der Brennerbewegung vorteilhaft, aber nicht erforderlich. Denn der Zeitpunkt der Verlagerung der Medienzuführleitungen (bzw. der Medien-Sammelleitung) ist nicht an eine konkrete Position der Brenneranordnung auf ihrer Bewegungsbahn gebunden, mit

25 der Maßgabe, dass die oben erwähnte Passage der Bewegungsspur zwischen dem ersten und dem letzten Abscheidebrenner der Brenneranordnung erfolgt. Es gibt nicht unbedingt einen definierten Abschluss eines Bewegungsablaufs der Brenneranordnung; wesentlich ist aber auch hier, dass der Bewegungsablauf mindestens einen Abscheidepfad umfasst, und dass von der Brenneranordnung

30 mindestens eine Teilstrecke mit Rechtsverdrillung der Medienzuführleitungen und mindestens eine Teilstrecke mit Linksverdrillung der Medienzuführleitungen durchlaufen wird.

Die erwähnte Verlagerung der Medienzuführleitungen gestaltet sich besonders einfach, wenn die einzelnen Medienzuführleitungen zu einer Medien-Sammelleitung gebündelt werden, die in einem Verzweigungspunkt in die mit den Abscheidebrennern verbundenen Medienzuführleitungen verzweigt.

5 Hierbei ist zum Wechsel der Verdrillungsrichtung der mit den Abscheidebrennern verbundenen, einzelnen Medienzuführleitungen lediglich notwendig, die Medien-Sammelleitung so zu verlagern, dass sie einmal von der einen Seite an die Bewegungsbahn herangeführt ist, und ein andermal von der anderen Seite. Die Medien-Sammelleitung ist zum Beispiel als Bündel der einzelnen

10 Medienzuführleitungen ausgebildet, wobei in dem Fall die Medienzuführleitungen am Verzweigungspunkt einfach aufgefächert werden, oder die Medien-Sammelleitung beinhaltet eine Einzelleitung für jedes der den Abscheidebrennern zuzuführenden Medien (Ausgangssubstanzen, Brennstoffe), wobei in dem Fall am Verzweigungspunkt ein Behältnis vorgesehen ist, von dem aus die einzelnen

15 Medienzuführleitungen abzweigen. Der Verzweigungspunkt liegt vorzugsweise in der Nähe der Bewegungsbahnebene; eine Verlagerung dieses Verzweigungspunkts ist aber nicht erforderlich, um eine Rechts- oder Linksverdrillung der Medienzuführleitungen zu bewirken. Medien-SammelleitungEs hat sich besonders bewährt, wenn das Verlagern der

20 Medienzuführleitungen oder das Verlagern der Medien-Sammelleitung ein Hindurchführen durch die Bewegungsbahn umfasst.

Bei der Verlagerung wird die Bewegungsbahn von den einzelnen Medienzuführleitungen oder von der Medien-Sammelleitung durchquert, wobei die Bewegungsbahn hierfür eine geeignete Passage, zum Beispiel in Form einer 25 permanenten oder verschließbaren Lücke aufweist. Nach der Passage der Medienzuführleitungen bzw. der Sammelleitung ergibt sich einer entgegengesetzte Verdrillungsrichtung.

Vorzugsweise ist bei dieser Verfahrensweise die Bewegungsbahn als eine von den Abscheidebrennern der Brenneranordnung vollständig belegte Einfachschleife 30 ausgebildet.

Durch die vollständige Belegung mit Abscheidebrennern wird eine kontinuierliche Abscheidung ohne Unterbrechung durch Lücken in der Brenneranordnung und damit eine homogene Temperaturbeaufschlagung des Sootkörpers oder der Sootkörper ermöglicht. Diese Verfahrensweise wirkt sich insbesondere dann 5 günstig aus, wenn entlang der Bewegungsbahn mehrere Träger hintereinander angeordnet sind, auf denen SiO<sub>2</sub>-Partikel abgeschieden werden.

Im einfachsten Fall werden die Medienzuführleitungen bzw. die Medien-Sammelleitung jeweils einmal beim Durchlaufen der Bewegungsbahn verlagert.

Die Bewegungsbahn wird dabei vollständig und wechselweise bei von der einen

10 Seite kommenden Medienzuführleitungen und bei von der anderen Seite kommenden Medienzuführleitungen durchlaufen. Die Medienzuführleitungen oder die Medien-Sammelleitung können dabei die oben erwähnte permanente oder zeitweise vorhandene Lücke der Bewegungsbahn durchqueren, bevor oder nachdem die Brenneranordnung diese Lücke passiert.

15 Dabei hat es sich auch als günstig erwiesen, wenn die Medienzuführleitungen vor dem Durchlaufen der Bewegungsbahn jeweils eine Vor-Verdrillung mit einer Verdrillungsrichtung aufweisen, die entgegengesetzt zur Verdrillungsrichtung beim Durchlaufen der Bewegungsbahn ist.

Somit wird bei jedem Durchlauf der Bewegungsbahn eine vorher vorhandene

20 Verdrillung in entgegengesetzter Richtung überkompensiert. Im Idealfall kann so die Verdrillung der Medienzuführleitungen auf 180 Grad in der einen und in der anderen Richtung begrenzt werden.

Eine weitere Verbesserung der beiden beschriebenen Verfahrensalternativen ergibt sich, wenn entlang der Bewegungsbahn mindestens zwei um ihre jeweilige

25 Längsachse rotierende Träger vorgesehen sind, wobei die Bewegungsbahn jeweils mindestens einen entlang jedes Trägers verlaufenden Abscheidepfad umfasst.

Dabei kann ausgehend von dem einen, ersten Abscheidepfad das Rückführen der Brenneranordnung zum Anfang des ersten Abscheidepfades über einen weiteren,

zweiten Abscheidepfad erfolgen. Dadurch wird Leerlauf der Abscheidebrenner vermieden und die Gesamt-Abscheiderate erhöht.

Dabei erweist es sich als günstig, wenn die mindestens zwei Träger parallel zueinander verlaufende Längsachsen aufweisen.

5 Durch parallele Anordnung der Träger ergibt sich eine kurze Länge der Bewegungsbahn. Dies gilt insbesondere beim Einsatz von zwei Trägern, wohingegen bei drei oder mehr Trägern auch polygonale Anordnungen vorteilhaft sein können.

Bei der Verfahrensalternative mit Verlagerung der Medienzuführleitungen ergibt 0 sich eine weitere Verbesserung, wenn den Abscheidebrennern jeweils eine Brennerflamme zugeordnet ist, deren Hauptausbreitungsrichtung gegenüber einer durch die Träger aufgespannten Ebene um maximal 30 Grad geneigt verläuft.

Durch eine Orientierung der Abscheidebrenner und der Richtung der Brennerflammen in dieser Ebene wird die Erwärmung, der die

15 Medienzuführleitungen (bzw. die Sammelleitung) bei ihrer Verlagerung ausgesetzt sind, verringert. Außerdem können auf diese Weise zwischen zwei sich an der Bewegungsbahn gegenüberliegenden Trägern zwei Abscheidepfade realisiert werden, die durch 180 Grad-Bögen mit kleinem Radius miteinander verbunden sind. Schmale 180 Grad-Bögen gewährleisten einen möglichst geringen Leerlauf

0 der Abscheidebrenner oder geringen Verlust an Glasausgangsmaterial. Im einfachsten Fall spannen zwei entlang einer Bewegungsbahn angeordnete Träger eine horizontal orientierte Bewegungsbahnebene auf. Die Hauptausbreitungsrichtung der Brennerflamme verläuft in dem Fall ebenfalls horizontal, oder sie verläuft geringfügig geneigt - mit einem Neigungswinkel

25 gegenüber der Horizontalen von maximal 30 Grad - nach oben.

Hinsichtlich der Vorrichtung wird die oben angegebene Aufgabe ausgehend von einer Vorrichtung der eingangs genannten Gattung erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass ein eine Rechtsverdrillung der Medienzuführleitungen bewirkender Streckenabschnitt, und ein eine Linksverdrillung der Medienzuführleitungen 30 bewirkender Streckenabschnitt vorgesehen sind..

Ohne Umkehr der Bewegungsrichtung durchläuft die Brenneranordnung wiederholt eine geschlossene Bewegungsbahn, entlang der ein oder mehrere Träger zur Bildung eines oder mehrerer Sootkörper angeordnet sind.

Im Unterschied zur bekannten Vorrichtung wird bei der erfindungsgemäß

- 5 Vorrichtung auf eine Drehdurchführung für die Zufuhr der Brennermedien verzichtet. Stattdessen wird ein leichtes Verdrillen der Medienzuführleitungen untereinander in Kauf genommen, wobei aber ein Abscheren oder Abreißen der Leitungen dadurch verhindert wird, dass die Brenneranordnung bei ihrem Bewegungsablauf mindestens zwei auf das Verdrillen der Medienzuführleitungen
- 10 gegensätzlich wirkende Streckenabschnitte durchläuft. Nämlich einen Streckenabschnitt, der eine Rechtsverdrillung der Medienzuführleitungen bewirkt und einen weiteren Streckenabschnitt, in dem die Medienzuführleitungen eine Linksverdrillung erfahren. Rechtsverdrillung und Linksverdrillung heben sich im einfachsten Fall bei jedem Durchlaufen der Bewegungsbahn gegenseitig
- 15 vollständig auf. Sofern nach einmaligem Durchlaufen der Bewegungsbahn eine Rest-Verdrillung in einer Richtung verbleibt, erfolgt deren Kompensation oder Überkompensation durch einen Überschuss entgegengesetzter Verdrillung beim nachfolgenden Durchlaufen der Bewegungsbahn.

Die geschlossene Bewegungsbahn ist durch den Startpunkt der

- 20 Brennerbewegung und den nachfolgenden Pfad zur Rückführung der Brenneranordnung zum Startpunkt definiert. Zur Vollendung eines Bewegungsablaufs im Sinne der Erfindung durchläuft die Brenneranordnung die Bewegungsbahn einmal oder mehrmals. Wesentlich ist, dass bei jedem Bewegungsablauf mindestens ein Streckenabschnitt der Bewegungsbahn als
- 25 Abscheidepfad ausgebildet ist, und dass von der Brenneranordnung mindestens ein Streckenabschnitt mit Rechtsverdrillung der Medienzuführleitungen und mindestens ein Streckenabschnitt mit Linksverdrillung der Medienzuführleitungen durchlaufen wird. Die Medienzuführleitungen sind so flexibel ausgelegt, dass sie das hierfür notwendige Maß an Verdrillung und Torsion aufnehmen können. Einer
- 30 Torsion der einzelnen Medienzuführleitung kann auch durch eine axial drehbare Lagerung der Abscheidebrenner entgegengewirkt werden, so dass die Torsion der einzelnen Medienzuführleitungen im Folgenden nicht mehr weiter betrachtet wird.

Die Brenneranordnung besteht aus einer Aneinanderreihung mehrerer Abscheidebrenner. Die Länge der Brenneranordnung bzw. die Anzahl ihrer Abscheidebrenner richtet sich nach der Länge der Bewegungsbahn und der Länge des mindestens einen Abscheidepfades. Es kann eine Brenneranordnung zum

5 Einsatz kommen, die kürzer ist als die Länge des herzustellenden Sootkörpers, vorzugsweise ist die Brenneranordnung aber länger als der Sootkörper. In jedem Fall wird infolge des Einsatzes einer mehrere Abscheidebrenner umfassenden Brenneranordnung eine hohe Gesamt-Abscheiderate (pro Zeiteinheit) erreicht. Außerdem wird die Brenneranordnung stets von einem stirnseitigen Ende des sich

10 bildenden SiO<sub>2</sub>-Sootkörpers zum gegenüberliegenden stirnseitigen Ende bewegt, so dass sich auf der Sootkörperoberfläche abbildende Wendepunkte der Brennerbewegung nicht auftreten und somit axial homogene Materialeigenschaften und eine ebene Oberfläche erreicht werden. Außerdem wird auch eine Umkehr der Bewegungsrichtung und der damit einhergehende

15 Nachteil hinsichtlich der Ausbildung sich verjüngender Sootkörper-Enden vermieden. Die erfindungsgemäße Vorrichtung ermöglicht daher eine hohe Abscheiderate bei gleichzeitig axial homogenem Masseauftrag und homogener Verteilung der Materialeigenschaften des Sootkörpers und damit einhergehend exakter Zylindergeometrie ohne wesentliche Oberflächenwelligkeit, wobei die mit

20 einer Drehdurchführung einhergehenden Nachteile hinsichtlich des konstruktiven Aufwandes und der geringen Betriebssicherheit und Reproduzierbarkeit vermieden werden.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der erfindungsgemäßen Vorrichtung ergeben sich aus den Unteransprüchen. Soweit in den Unteransprüchen angegebene

25 Ausgestaltungen der Vorrichtung den in Unteransprüchen zum erfindungsgemäßen Verfahren genannten Verfahrensweisen nachgebildet sind, wird zur ergänzenden Erläuterung auf die obigen Ausführungen zu den entsprechenden Verfahrensansprüchen verwiesen.

Weitere vorteilhafte Modifikationen der erfindungsgemäßen Vorrichtung werden

30 nachfolgend erläutert:

Vorteilhafterweise weisen im Fall einer Vorrichtung mit mindestens einer ersten Schleife und einer zweiten Schleife die erste Schleife und die zweite Schleife die gleiche Länge auf.

Dadurch wird gewährleistet, dass die Verweildauer der Brenneranordnung in jeder 5 der Schleifen gleich ist, so dass eine gleichmäßige Frequentierung des Abscheidepfades oder der Abscheidepfade durch die Brenneranordnung ermöglicht wird. Hierzu trägt bei, wenn die Schleifen gleiche Längen aufweisen und wenn die Länge der Brenneranordnung entsprechend der Schleifenlänge – vermindert um einen Brenner-Brenner-Abstand – eingestellt wird.

- 10 Für die oben beschriebene Verfahrensvariante unter Verlagerung der Medienzuführleitungen während des Bewegungsablaufs hat sich eine Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung als geeignet erwiesen, bei der die Medienzuführleitungen oder eine in die Medienzuführleitungen verzweigende Medien-Sammelleitung während eines Bewegungsablaufs im
- 15 Wechsel von einer Seite der geschlossenen Bewegungsbahn kommend und von der gegenüberliegenden Seite der Bewegungsbahn kommend zu den Abscheidebrennern verlaufen.

- Je nachdem, ob die Medienzuführleitungen von der einen Seite oder der gegenüberliegenden Seite der Bewegungsbahn zu den Abscheidebrennern 20 verlaufen, ergibt sich einmal eine Linksverdrillung und im anderen Fall eine Rechtsverdrillung. Auf die obigen Erläuterungen zum erfindungsgemäßen Verfahren wird Bezug genommen.

- Eine besonders bevorzugte Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung mit mindestens zwei Trägern mit parallel zueinander verlaufenden Längsachsen 25 zeichnet sich dadurch aus, dass der Abstand der Längsachsen der Träger vergrößerbar ist.

Dadurch kann der Abstand zwischen den Abscheidebrennern und der Oberfläche der sich auf den Trägern ausbildenden und größer werdenden SiO<sub>2</sub>-Rohlinge konstant gehalten werden.

Durch ortsfeste Zusatzheizer im Bereich der Rohling-Enden wird eine Verdichtung der Rohling-Enden erreicht, welche die mechanische Stabilität des SiO<sub>2</sub>-Rohlings verbessert.

Als besonders vorteilhaft erweist sich eine Ausführungsform der 5 erfindungsgemäßen, Vorrichtung, bei der die Abscheidebrenner jeweils eine Mittelachse aufweisen, wobei die Abscheidebrenner 4 jeweils in einer mit der Bewegungsbahn 6 verbundenen Halterung um die Mittelachse 23 drehbar gelagert sind.

Durch die drehbare Lagerung der Abscheidebrenner wird die Torsion der 10 einzelnen Medienzuführleitungen zu den Abscheidebrennern beim Durchlaufen der Bewegungsbahn verringert.

Nachfolgend wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen und einer Zeichnung näher erläutert. In der Zeichnung zeigen im einzelnen in schematischer Darstellung:

15 **Figur 1:** eine Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens mit einer Bewegungsbahn in Form einer Doppelschleife mit gemeinsamem Abscheidepfad in einer Ansicht von unten auf den Träger,

**Figur 2:** eine zweite Ausführungsvariante der Vorrichtung mit einer Bewegungsbahn in Form einer 8-förmigen Schleife und mit zwei Abscheidepfaden in einer Ansicht von unten auf den Träger,

**Figur 3** die Ausführungsvariante der Vorrichtung nach Figur 2 in einer Sicht auf die Stirnseite der Träger-Längsachse,

25 **Figur 4:** eine weitere Ausführungsvariante der Vorrichtung mit einer Bewegungsbahn in Form einer Einfachschleife und um eine Bewegungsbahnebene verlagerbarer Medienzuführleitungen in einer Draufsicht,

**Figur 5:** die Ausführungsvariante nach Figur 5 in einer Seitenansicht, und

**Figur 6:** eine weitere Ausführungsvariante der Vorrichtung mit einer Bewegungsbahn in Form einer geschlossenen Einfachschleife mit Links- und Rechtswindungen um vier im Quadrat angeordnete Träger und mit um die Bewegungsbahnebene verlagerbaren Medienzuführleitungen in einer Draufsicht.

Die Anordnung gemäß **Figur 1** zeigt einen Träger 1 in Form eines Aluminiumoxidrohres, das um seine Längsachse 2 rotiert, wie von den Rotationspfeilen angedeutet. Mittels OVD-Verfahren (Outside Vapour Deposition) wird auf dem Träger 1 ein poröser Sootkörper 3 gebildet. Hierzu sind insgesamt

- 5 16 Abscheidebrenner 4 aus Quarzglas vorgesehen, die in einer Reihe mit einem Abstand von jeweils 15 cm in Form einer „Brennerschlange“ 5 entlang einer Bewegungsbahn 6 mit einer Gesamtlänge von 4,80 m verfahren werden. Die Bewegungsbahn 6 ist als Schiene ausgebildet, wie sie anhand Figur 3 im Einzelnen erläutert ist. Die einzelnen Abscheidebrenner 4 der Brennerschlange 5
- 10 15 sind mittels einer Kette miteinander verbunden. Die Bewegungsbahn 6 hat die Form einer Doppelschleife, wobei die beiden Schleifenabschnitte 7a, 7b gleiche Länge und einen Mittelabschnitt 8 gemeinsam haben, der parallel zur Träger-Längsachse 2 verläuft. Die Länge der Brennerschlange 5 beträgt 2,25 m, was der halben Länge der Bewegungsbahn 6 abzüglich eines Brenner-Brenner-Abstands
- 15 20 von 15 cm - und damit auch etwa der doppelten Länge des Mittelabschnitts 8 - entspricht. Die Brennerschlange 5 ist durch eine durchgezogene fette Linie dargestellt, der augenblicklich nicht von Abscheidebrennern 4 belegte Teil der Bewegungsbahn 6 durch eine dünne punktierte Linie. Die Bewegungsbahn 6 ist in Form einer Führungsschiene für die Brennerschlange 5 ausgeführt.
- 25 Den Abscheidebrennern 4 werden über voneinander getrennte Medienzuführleitungen 9 jeweils  $\text{SiCl}_4$ , Wasserstoff und Sauerstoff zugeführt. Die von unten kommenden Medienzuführleitungen 9 verlaufen in der Ansicht von Figur 1 senkrecht zur Blattebene. Sie bestehen aus flexiblen Schläuchen aus PFA (Perfluoralkoxy) oder aus oder aus Polytetrafluorethylen (Teflon). Beide
- 30 Materialien haben sich aus Reinheitsgründen, aus Gründen der Chemikalienbeständigkeit sowie der Temperaturbeständigkeit als geeignete Werkstoffe für die Ausbildung der Medienzuführleitungen erwiesen.

Nachfolgend wird das erfindungsgemäße Verfahren an einem Beispiel und anhand Figur 1 näher erläutert:

Zur Herstellung eines  $\text{SiO}_2$ -Sootkörpers 3 werden den Abscheidebrennern 4 nominal über getrennte Medienzuführleitungen 9 gleiche Mengen der Medien in 5 Form von  $\text{SiCl}_4$ , Sauerstoff und Wasserstoff zugeführt und jeweils in einer Brennerflamme (deren Ausbreitungsrichtung in der Darstellung von Figur 1 senkrecht zur Blattebene in Richtung auf den Sootkörper 3 verläuft) zu  $\text{SiO}_2$ -Partikeln umgesetzt. Die Brennerflammen sind beim Durchlaufen des Mittelabschnitts 8 auf den Träger 1 bzw. auf die Oberfläche 11 des darauf bereits 10 gebildeten Sootkörpers 3 gerichtet, so dass mittels der Abscheidebrenner 4 auf dem Träger 1 unter Bildung des porösen  $\text{SiO}_2$ -Sootkörpers 3 schichtweise  $\text{SiO}_2$ -Partikel abgeschieden werden. Insoweit handelt es sich bei dem Mittelabschnitt 8 um einen „Abscheidepfad“ im Sinne der Erfindung. Beim Durchlaufen der Schleifenabschnitte 7a, 7b wird die  $\text{SiCl}_4$ -Zufuhr zu den Abscheidebrennern 4 15 gestoppt.

Die Brennerschlange 5 wird in einem sich wiederholenden Bewegungsablauf - ohne eine Umkehr der Bewegungsrichtung - entlang der Bewegungsbahn 6 bewegt. Der Bewegungsablauf ist durch die Richtungspfeile 10 skizziert. Der Mittelabschnitt 8 der Bewegungsbahn 6 wird von der Brennerschlange 5 in der 20 Darstellung von Figur 1 stets von links nach rechts durchlaufen, wobei nur im Mittelabschnitt 8  $\text{SiO}_2$ -Partikel auf der Zylindermantelfläche 11 des Sootkörpers 3 abgeschieden werden. Am rechten Ende 12 des Mittelabschnitts 8 verzweigt die Bewegungsbahn 6 einmal in den nach links gewundenen Schleifenabschnitt 7a und beim nächsten Durchlauf in den nach rechts gewundenen Schleifenabschnitt 25 7b. Im Ausführungsbeispiel ergibt sich folgender Bewegungsablauf: die Brennerschlange 5 durchläuft den Mittelabschnitt 8 vom Startpunkt 13 (linkes Ende des Mittelabschnitts 8) zum Ende 12 (rechtes Ende des Mittelabschnitts 8) und mündet dort zunächst in den nach links gewundenen Schleifenabschnitt 7a ein, über den die Brennerschlange 5 wieder zum Startpunkt 13 zurückgeführt wird. 30 Bis dahin ergibt sich eine Linksverdrillung der Medienzuführleitungen 9 um 360 Grad. Der letzte Abscheidebrenner 4 der Brennerschlange 5 ist mit einem Ausleger versehen, der eine Weiche schaltet. Nach erneutem Durchlaufen des

Mittelabschnitts 8 mündet daher die Brennerschlange 5 in den nach rechts gewundenen Schleifenabschnitt 7b ein, über den sie wieder zum Startpunkt 13 zurückgeführt wird, wo der nächste Bewegungsablauf beginnt. Beim Durchlaufen des Schleifenabschnitts 7b wird die Linksverdrillung der Medienzuführleitungen 9 5 vollständig kompensiert, so dass am Ende eines jeden Bewegungsablaufes die Medienzuführleitungen 9 unverdrillt sind. Die Länge der Brennerschlange 5 ist dabei so gewählt, dass der vorderste Abscheidebrenner 4 jeweils im Abstand von etwa 15 cm zum letzten Abscheidebrenner 4 der Brennerschlange 5 am Startpunkt 13 in den Mittelabschnitt 8 einsetzt.

- 10 Auf diese Art und Weise wird ein kontinuierlicher Bewegungsablauf der Brennerschlange 5 ohne Umkehr der Bewegungsrichtung und ohne Abkühlung des Sootkörpers 3 ermöglicht, wobei die Medienzuführleitungen 9 um maximal 360 Grad verdrillt werden. Durch ein Vorab-Verdrillen der Medienzuführleitungen um beispielsweise 180 Grad nach rechts kann die anfängliche Linksverdrillung 15 beim Durchlaufen des Schleifenabschnitts 7a - und damit auch die maximale Verdrillung insgesamt - halbiert werden.

Das erfindungsgemäße Verfahren ermöglicht eine homogene Abscheidung der SiO<sub>2</sub>-Partikel mit hoher Abscheiderate, wobei auf konstruktiv aufwändige Drehdurchführungen für die Medienzufuhr verzichtet werden kann.

- 20 Sofern in den Figuren 2 bis 6 die gleichen Bezugsziffern wie in Figur 1 verwendet werden, so bezeichnen diese gleiche oder äquivalente Teile der Vorrichtung wie die entsprechenden Bezugsziffern in Figur 1. Nähere Erläuterungen dazu ergeben sich aus obigen Ausführungen.

- Bei der in **Figur 2** dargestellten Vorrichtung ist ein Träger 1 in Form eines 25 Aluminiumoxidrohres, das um seine Längsachse 2 rotiert. Mittels OVD-Verfahren (Outside Vapour Deposition) wird auf dem Träger 1 ein poröser Sootkörper 3 gebildet. Hierzu sind insgesamt 18 Abscheidebrenner 4 aus Quarzglas vorgesehen, die in einer Reihe mit einem Abstand von jeweils 10 cm in Form einer „Brennerschlange“ 5 entlang einer Bewegungsbahn 6 verfahren werden. Die 30 Bewegungsbahn 6 hat die Form einer 8-förmigen Schleife, bestehend aus den

beiden Schleifenabschnitten 27a, 27b, die sich in einem Kreuzungspunkt 21 überschneiden. Die beiden Schleifenabschnitte 27a und 27b sind gleich lang. Sie weisen jeweils einen Abscheidepfad 28a, 28b auf, der parallel zur Träger-Längsachse 2 verläuft. Die Länge der Brennerschlange 5 und die Längen der 5 Schleifenabschnitte 27a, 27b sind so aufeinander abgestimmt, dass der erste Abscheidebrenner 4b auf dem einen Abscheidepfad 28b dem letzten Abscheidebrenner 4a auf dem anderen Abscheidepfad 28a im Abstand von 10 cm folgt. Die Länge der Brennerschlange 5 entspricht der halben Länge der Bewegungsbahn 6 abzüglich eines Brenner-Brenner-Abstands von 10 cm, das 10 sind in dem konkreten Fall 170 cm. Der Abscheidepfad 28b und der Abscheidepfad 28a werden dabei von den Abscheidebrennern 4 in gleicher Richtung (von rechts nach links) durchlaufen, wie dies die Richtungspfeile 10 andeuten. Der Kreuzungspunkt 21 liegt in einem Bereich außerhalb der Abscheidepfade 28a, 28b. Der Kreuzungspunkt 21, in dem sich die 15 Schleifenabschnitte 27a und 27b kreuzen, ist konstruktiv als einfache Schienenkreuzung ausgebildet.

Den Abscheidebrennern 4 werden über voneinander getrennte Medienzuführleitungen 9 jeweils  $\text{SiCl}_4$ , Wasserstoff und Sauerstoff zugeführt. Die von unten kommenden Medienzuführleitungen 9 verlaufen in der Ansicht von Figur 20 2 senkrecht zur Blattebene. Sie bestehen aus flexiblen Schläuchen aus PFA.

Nachfolgend wird das erfindungsgemäße Verfahren an einem Beispiel und anhand Figur 2 näher erläutert:

Zur Herstellung eines  $\text{SiO}_2$ -Sootkörpers 3 werden den Abscheidebrennern 4 nominal gleiche Mengen der Medien in Form von  $\text{SiCl}_4$ , Sauerstoff und 25 Wasserstoff zugeführt und jeweils in einer Brennerflamme (deren Ausbreitungsrichtung in der Darstellung von Figur 2 senkrecht zur Blattebene in Richtung auf den Sootkörper 3 verläuft) zu  $\text{SiO}_2$ -Partikeln umgesetzt. Die Brennerflammen sind beim Durchlaufen der Abscheidepfade 28a; 28b auf den Träger 1 bzw. auf die Oberfläche 11 des darauf bereits gebildeten Sootkörpers 3 30 gerichtet, so dass mittels der Abscheidebrenner 4 auf dem Träger 1 unter Bildung des porösen  $\text{SiO}_2$ -Sootkörpers 3 schichtweise  $\text{SiO}_2$ -Partikel abgeschieden

werden. Beim Durchlaufen der Schleifenabschnitte 27a; 27b außerhalb der Abscheidepfade 28a; 28b wird die SiCl<sub>4</sub>-Zufuhr zu den Abscheidebrennern 4 gestoppt. Diejenigen Abscheidebrenner 4, denen augenblicklich kein SiCl<sub>4</sub> zugeführt wird, sind mit einer helleren Schraffur versehen.

- 5 Die Brennerschlange 5 wird in einem sich wiederholenden Bewegungsablauf - ohne eine Umkehr der Bewegungsrichtung - entlang der Bewegungsbahn 6 bewegt. Der Bewegungsablauf ist durch die Richtungspfeile 10 symbolisiert. Im Ausführungsbeispiel ergibt sich folgender Bewegungsablauf:

Der Brennerschlange 5 wird vor Beginn des ersten Durchlaufs eine

- 10 Linksverdrillung von minus 180 Grad aufgeprägt. Sie durchläuft am rechten Ende des Sootkörpers 3 beginnend den Abscheidepfad 28a und den nach rechts gewundenen Schleifenabschnitt 27a mit dem Ergebnis einer Kompensation der Vor-Verdrillung der Medienzuführleitungen 9, überquert dann den Kreuzungspunkt 21 und durchläuft anschließend mit einer Rechtsverdrillung von 180 Grad den
- 15 Abscheidepfad 28b. Der Abscheidepfad 28b verläuft um ca. 4 cm parallel versetzt zum Abscheidepfad 28a entlang des Trägers 1. Vom Abscheidepfad 28b gelangt die Brennerschlange 5 über den um 180 Grad nach links gewundenen Schleifenabschnitt 27 b zurück zum Kreuzungspunkt 21, mit dem Ergebnis, dass am Kreuzungspunkt 21 die Verdrillung der Medienzuführleitungen 9 aufgehoben
- 20 ist, und erhält beim Übergang auf den Abscheidepfad 28a erneut die anfängliche Linksverdrillung von minus 180 Grad. Auf diese Art und Weise wird ein kontinuierlicher Bewegungsablauf der Brennerschlange 5 ohne Umkehr der Bewegungsrichtung und ohne Abkühlung des Sootkörpers 3 ermöglicht, wobei die Medienzuführleitungen 9 um maximal 180 Grad nach links und nach rechts
- 25 verdrillt werden.

- Die Abscheidepfade 28a und 28b verlaufen jeweils um etwa 2 cm seitlich versetzt zur Längsachse 2, und wie dies schematisch in **Figur 3** angedeutet ist. Die Figur zeigt eine Ansicht der Vorrichtung nach Figur 2 in Richtung der Trägerlängsachse, und in einer Projektion der beiden auf unterschiedlichen Abscheidepfaden 28a und
- 30 28b in Längsachsenrichtung hintereinander angeordneten Abscheidebrenner 4a und 4b auf eine gemeinsame Ebene (Blattebene). Der Abstand von 2 cm bezogen

auf die Vertikale 24 (Mittelachse) bezieht sich auf den minimalen Abstand der sich gegenüberliegenden Schienen 14 voneinander. Dabei sind die Abscheidebrenner 4a, 4b beim Durchlaufen der Abscheidepfade 28a bzw. 28b zur Vertikalen 24 geneigt, wie dies ebenfalls Figur 3 zeigt. Die Neigung der Abscheidebrenner 4 ist 5 dabei so eingestellt, dass die Verlängerung der Hauptausbreitungsrichtung 23 der Brennerflammen 26 die Längsachse 2 schneidet. Die Schiene 14 umfasst zwei parallel zueinander und entlang der Bewegungsbahn 6 verlaufende Metallstäbe. Die Halterung und Führung der Abscheidebrenner 4a, 4b an der Schiene 14 besteht aus einem Innenteil 15, an dem die Quarzglas-Abscheidebrenner 4 fest 10 fixiert sind und aus einem Außenteil 16, das eine Aufnahme aufweist, in der das Innenteil 15 hineinragt und darin axial (um die Hauptausbreitungsrichtung 23) rotierbar gelagert ist, wie dies der Rotationspfeil 18 angezeigt. Das Außenteil 16 dient gleichzeitig zur Führung des Abscheidebrenners 4a, 4b auf der Schiene 14. Durch die drehbare Lagerung aller Abscheidebrenner 4 wird die Torsion der 15 einzelnen Medienzuführleitungen 9 zu den Abscheidebrennern 4 beim Durchlaufen der Bewegungsbahn 6 verringert.

Das erfindungsgemäße Verfahren ermöglicht eine homogene Abscheidung der SiO<sub>2</sub>-Partikel mit hoher Abscheiderate, wobei auf konstruktiv aufwändige Drehdurchführungen für die Medienzufuhr verzichtet werden kann.

- 20 Bei der Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung gemäß **Figur 4** werden die Abscheidebrenner 4 in einer einfachen Schleife 30 geführt. Die Schleife 30 weist zwei, jeweils entlang zweier Sootkörper 3 verlaufende Abscheidepfade 31a, 31b auf, die über gekrümmte Enden 34 miteinander verbunden sind. Entlang der Abscheidepfade 31a, 31b sind zwei gegenläufig 25 rotierende Träger 1 mit parallel zueinander angeordneten Längsachsen 2 angeordnet. Die Schleife 30 definiert eine horizontal orientierte Brennerebene 32, die im Ausführungsbeispiel der Ebene des Zeichenblattes entspricht. Die Länge der Brennerschlange 5 erstreckt sich über die gesamte Bewegungsbahn 6, wobei der Abstand benachbarter Brenner 10 cm beträgt.
- 30 Beim erfindungsgemäßen Verfahren wird ein Verdrillen der Medienzuführleitungen 9 durch eine Ausgleichsbewegung vermieden, bei der die Medienzuführleitungen

9 alternierend einmal von oberhalb der Brennerebene 32 zu den Abscheidebrenner 4 und einmal von unterhalb der Brennerebene 32 zugeführt werden. Die Medienzuführleitungen 9 sind hierzu zu einer Medien-Sammelleitung 33 gebündelt, die in einen Verzweigungspunkt 37 in die einzelnen 5 Medienzuführleitungen 9 verzweigt. Die alternierende Bewegung der Medien-Sammelleitung 33 ist aus **Figur 5** deutlich zu erkennen.

Die beiden Sootkörper 3 sind bei dieser Verfahrensweise so angeordnet, dass die Längsachsen 2 der jeweiligen Träger 1 parallel zueinander und in der Brennerebene 32 verlaufen. Die Sootkörper 3 werden von den Abscheidebrennern 10 4 im gleichen Winkel beaufschlagt. Das ist erforderlich, wenn die beiden Sootkörper 3 identische Eigenschaften bezüglich der Dichte und der Masse aufweisen sollen, ohne dass eine Anpassung der Medienzufuhr erfolgt. Im konkreten Ausführungsbeispiel sind die Abscheidebrenner 4 so auf die Sootkörperoberfläche 11 gerichtet, dass die Hauptausbreitungsrichtung der 15 Brennerflammen ebenfalls in der Brennerebene 32 – also horizontal – verläuft. Diese Anordnung der Abscheidebrenner 4 hat die Vorteile, dass das Umlernen der Abscheidebrenner 4 im Bereich der beiden gekrümmten Enden 34 der Bewegungsbahn 6 lediglich durch einfaches Schwenken der Abscheidebrenner 4 in der Brennereien 32 erfolgt, wofür eine kurze Wegstrecke (enger 20 Krümmungsradius) und eine demgemäß kurze Dauer zum Durchlaufen der Enden 34 erforderlich ist, so dass infolge dessen wenig SiO<sub>2</sub> verlorengeht, und dass ein Aufheizen der oberhalb der Abscheidebrenner 4 verlaufenden Medienzuführleitungen 9 bzw. der Medien-Sammelleitung 33 weitgehend vermieden wird.

25 An den beiden stirnseitigen Enden der Sootkörper 3 ist jeweils ein ortsfester Zusatzheizer 38 vorgesehen. Mittels dieser Zusatzheizer 38 werden die Enden der Sootkörper 3 verdichtet und dadurch deren mechanische Festigkeit verbessert.

Bei der Verlagerung der Medien-Sammelleitung 33 wird diese im Bereich des einen der beiden gekrümmten Enden 34 der Bewegungsbahn 6 durch die Öffnung 30 35 derselben hindurch bewegt. Im Bereich des gegenüberliegenden gekrümmten Endes 34 der Bewegungsbahn 6 ist eine Auffangvorrichtung 39 vorgesehen,

- mittels der von den Abscheidebrennern 4 beim Umschwenken von dem einen Abscheidepfad auf den anderen erzeugte SiO<sub>2</sub>-Partikel aufgefangen und so aus der Umgebung der Sootkörper 3 entfernt werden. **Figur 5** zeigt im Detail, dass die Einzel-Medienzuführleitungen 9 zunächst in der Mitte der Brenneranordnung 6 zu 5 einer Medien-Sammelleitung 33 zusammengefasst werden. Bei gleichbleibender Lage der Medien-Sammelleitung 33 würde sich diese mit jeder Umdrehung weiter verdrillen. Das wird dadurch vermieden, dass die Medien-Sammelleitung 33 jedes Mal, durch eine Lücke 35 in der Bewegungsbahn 6 von oben nach unten bzw. umgekehrt hindurchgeführt wird, wenn der letzte Abscheidebrenner 4 der 10 Brennerschlange 5 die Lücke 35 passiert hat. Der komplette Bewegungsablauf besteht also in diesem Fall aus zwei Umläufen der Brennerschlange 5 um die Bewegungsbahn 6, wobei die Medien-Sammelleitung 33 beim ersten Umlauf von oben durch die Brennerebene 32 geführt wird, und beim zweiten Umlauf von unterhalb der Brennerebene 32 den Abscheidebrennern 4 zugeführt wird.
- 15 Auch bei dieser Verfahrensvariante des erfindungsgemäßigen Verfahrens wird eine homogene Abscheidung der SiO<sub>2</sub>-Partikel mit hoher Abscheiderate ermöglicht, wobei auf konstruktiv aufwändige Drehführungen für die Medienzufuhr verzichtet werden kann.
- Die Ausführungsform der erfindungsgemäßigen Vorrichtung nach **Figur 6** zeigt eine 20 Abwandlung der in den Figuren 4 und 5 gezeigten Vorrichtung, bei der entlang einer geschlossenen Bewegungsbahn 6 vier Träger 1 im Quadrat angeordnet sind. Die Abscheidebrenner 4 der Brennerschlange 5 durchlaufen die Bewegungsbahn 6 mit Rechtsdrehung in der anhand der Richtungspfeile 10 angezeigten Richtung mit einem Brenner-Brenner-Abstand von 15 cm, wobei die 25 Bewegungsbahn 6 vier Abscheidepfade 58a, 58b, 58c und 58d aufweist. Die Bewegungsbahn 6 ist vollständig mit Abscheidebrenner 4 besetzt, wobei der Abstand zwischen dem ersten Abscheidebrenner 4a der Brennerschlange 5 und dem letzten Abscheidebrenner 4b der Brennerschlange 5 ca. 30 cm beträgt.

Die Sootkörper 3 sind hierbei so angeordnet, dass die Längssachsen 2 der 30 jeweiligen Träger 1 in einer gemeinsamen horizontal verlaufenden Brennerebene 52 verlaufen. Die Sootkörper 3 werden von den Abscheidebrennern 4 senkrecht

zur Brennerebene 52 von unten beaufschlagt. Diese Orientierung der Abscheidebrenner 4 hat den Vorteil, dass beim Umlenken der Abscheidebrenner 4 im Bereich der gekrümmten Bereiche 51 der Bewegungsbahn 6 eine Änderung der Orientierung der Abscheidebrenner 4 in Bezug auf die Brennerebene 52 nicht 5 erforderlich ist.

In Figur 6 sind der Übersichtlichkeit halber nur einige der Einzel-Medienzuführleitungen 9 dargestellt. Die Medienzuführleitungen 9 sind zu einer Medien-Sammelleitung 33 gebündelt und sie verzweigen in einem Verzweigungspunkt 37. Bei gleichbleibender Linienführung der

- 10 Medienzuführleitungen 9 würden sich diese mit jedem Umlauf der Brennerschlange 6 weiter verdrillen. Das wird erfindungsgemäß dadurch vermieden, dass jedes Mal, wenn der letzte Abscheidebrenner 4b eine Lücke 35 in der Bewegungsbahn 6 passiert hat, die Medien-Sammelleitung 33 verlagert und dabei durch die Lücke 35 hindurchgeführt wird, wie dies der Richtungspfeil 53
- 15 anzeigt, so dass die Medienzuführleitungen 9 einmal von unterhalb der Brennerebene 52, und einmal von oben durch die Brennerebene 52 hindurch zu den Abscheidebrennern 4 geführt werden, wobei sich bei jeder Verlagerung der Medienzuführleitungen 9 eine Umkehrung der Verdrillung ergibt. Der komplette Bewegungsablauf besteht also auch in diesem Fall aus zwei Umläufen der
- 20 Brennerschlange 5 um die Bewegungsbahn 6, wobei die Medien-Sammelleitung 33 beim ersten Umlauf von oben durch die Brennerebene 32 geführt wird, und beim zweiten Umlauf von unterhalb der Brennerebene 32 den Abscheidebrennern 4 zugeführt wird.

Auch bei dieser Verfahrensvariante des erfindungsgemäßen Verfahrens wird eine 25 homogene Abscheidung der SiO<sub>2</sub>-Partikel mit hoher Abscheiderate ermöglicht, wobei auf konstruktiv aufwändige Drehdurchführungen für die Medienzufuhr verzichtet werden kann.

### Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines Körpers aus Quarzglas unter Einsatz einer Brenneranordnung aus mehreren in einer Reihe angeordneten

5 Abscheidebrennern, denen über Medienzuführleitungen eine siliziumhaltige Ausgangssubstanz und Brennstoffe zugeführt, daraus SiO<sub>2</sub>-Partikel erzeugt und diese auf der Mantelfläche eines um seine Längsachse rotierenden Trägers unter Bildung eines porösen SiO<sub>2</sub>-Rohlings schichtweise abgeschieden werden, indem die Brenneranordnung in einem vorgegebenen Bewegungsablauf eine geschlossene Bewegungsbahn durchläuft, die einen entlang der Träger-Längsachse verlaufenden Abscheidepfad umfasst, dadurch gekennzeichnet, dass die Brenneranordnung (5) beim Bewegungsablauf einen Rechtsverdrillung der Medienzuführleitungen (9) bewirkenden Streckenabschnitt, und einen 10 einen Linksverdrillung der Medienzuführleitungen (9) bewirkenden Streckenabschnitt umfasst, dadurch gekennzeichnet, dass die Brenneranordnung (5) beim Bewegungsablauf einen Rechtsverdrillung der Medienzuführleitungen (9) bewirkenden Streckenabschnitt, und einen 15 einen Linksverdrillung der Medienzuführleitungen (9) bewirkenden Streckenabschnitt durchläuft.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass benachbarte Abscheidebrenner (4) der Brenneranordnung (5) einen Brennerabstand im Bereich zwischen 5 cm und 50 cm voneinander halten, und dass beim Durchlaufen des Abscheidepfades (8; 28a; 28b, 31a, 31b, 58a, 58b, 58c, 20 58d) der erste Abscheidebrenner der Brenneranordnung (5) dem letzten Abscheidebrenner mit einem Abstand im Bereich des Brennerabstands folgt.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass von den Abscheidebrennern außerhalb des Abscheidepfades (8; 28a; 28b, 31a, 31b, 25 58a, 58b, 58c, 58d) gebildete SiO<sub>2</sub>-Partikel mittels einer Auffangeinrichtung (39) aufgefangen werden.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass der die Rechtsverdrillung bewirkende Streckenabschnitt als erste Schleife (7a, 8, 27a, 28a) mit vorgegebener Drehrichtung, und der die

Linksverdrillung bewirkende Streckenabschnitt als zweite Schleife (7b, 8, 27b, 28b) mit umgekehrter Drehrichtung durchlaufen wird.

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Schleife (7a, 8, 27a, 28a) und die zweite Schleife (7b, 8, 27b, 28b) einen gemeinsamen Abscheidepfad (8) aufweisen.
6. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Schleifen(27a, 28a, 27b, 28b) einen Kreuzungspunkt (21) miteinander haben und jeweils mindestens einen Abscheidepfad (28a, 28b) aufweisen.
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Abscheidebrenner (4) in einem Abscheidemodus unter Abscheiden von SiO<sub>2</sub>-Partikeln auf der Zylindermantelfläche des Trägers (1) beim Durchlaufen des Abscheidepfades (8; 28a; 28b, 31a, 31b, 58a, 58b, 58c, 58d) und in einem Leerlaufmodus ohne Abscheiden von SiO<sub>2</sub>-Partikeln, betrieben werden.
- 15 8. Verfahren nach Anspruch 5 und Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass höchstens 50% der Abscheidebrenner (4) der Brenneranordnung (5) gleichzeitig im Abscheidemodus betrieben werden.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Medienzuführleitungen (9) oder eine in die Medienzuführleitungen (9) verzweigende Medien-Sammelleitung (33) während eines Bewegungsablaufs so verlagert werden, dass sich wechselweise eine Linksverdrillung und eine Rechtsverdrillung der Medienzuführleitungen (9) ergibt.
10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Medienzuführleitungen (9) zu einer Medien-Sammelleitung (33) gebündelt werden, die in einem Verzweigungspunkt (37) in die mit den Abscheidebrennern (4) verbundenen Medienzuführleitungen (9) verzweigt.
- 25 11. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, dass das Verlagern der Medienzuführleitungen (9) oder das Verlagern der

Medien-Sammelleitung (33) ein Hindurchführen durch die Bewegungsbahn (6) umfasst.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 11, dadurch gekennzeichnet,  
dass die Bewegungsbahn (6) als eine von den Abscheidebrennern (4) der  
5 Brenneranordnung (5) vollständig belegte Einfachschleife (30) ausgebildet  
ist.

13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 9 bis 12, dadurch  
gekennzeichnet, dass die Medienzuführleitungen (9) oder die Medien-  
Sammelleitung (33) jeweils einmal beim Durchlaufen der Bewegungsbahn  
10 (6) verlagert werden.

14. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass die  
Medienzuführleitungen (9) vor dem Durchlaufen der Bewegungsbahn (6)  
jeweils eine Vor-Verdrillung mit einer Verdrillungsrichtung aufweisen, die  
entgegengesetzt zur Verdrillungsrichtung beim Durchlaufen der  
15 Bewegungsbahn (6) ist.

16. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch  
gekennzeichnet, dass entlang der Bewegungsbahn (6) mindestens zwei um  
ihre jeweilige Längsachse (2) rotierende Träger (1) vorgesehen sind, und  
dass die Bewegungsbahn (6) jeweils mindestens einen entlang jedes  
Trägers (1) verlaufenden Abscheidepfad (31a, 31b, 58a, 58b, 58c, 58d)  
20 umfasst.

17. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 13 und nach Anspruch 16,  
dadurch gekennzeichnet, dass den Abscheidebrennern (4) jeweils eine  
Brennerflamme (26) zugeordnet ist, deren Hauptausbreitungsrichtung (23)  
gegenüber einer durch die Träger (1) aufgespannten Ebene um maximal 30  
Grad geneigt verläuft.

18. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 17, umfassend eine Brenneranordnung aus mehreren in einer Reihe angeordneten Abscheidebrennern, die mit Medienzuführleitungen für die Zufuhr einer siliziumhaltigen Ausgangssubstanzen und von Brennstoffen verbunden sind, und die über eine geschlossene Bewegungsbahn, die einen entlang eines um seine Längsachse rotierbaren Trägers verlaufenden, Abscheidepfad umfasst, bewegbar ist, dadurch gekennzeichnet, dass ein eine Rechtsverdrillung der Medienzuführleitungen (9) bewirkender Streckenabschnitt, und ein eine Linksverdrillung der Medienzuführleitungen (9) bewirkender Streckenabschnitt vorgesehen sind.
19. Vorrichtung nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, dass benachbarte Abscheidebrenner (4) der Brenneranordnung (5) einen Brennerabstand im Bereich zwischen 5 cm und 50 cm voneinander halten, und dass die Länge der Brenneranordnung (5) und die Länge der Bewegungsbahn (6) so aufeinander abgestimmt sind, dass beim Durchlaufen des Abscheidepfades (8; 28a; 28b, 31a, 31b, 58a, 58b, 58c, 58d) der erste Abscheidebrenner der Brenneranordnung (5) dem letzten Abscheidebrenner mit einem Abstand im Bereich des Brennerabstands folgt.
20. Vorrichtung nach Anspruch 18 oder 19, dadurch gekennzeichnet, dass der die Rechtsverdrillung bewirkende Streckenabschnitt als erste Schleife (7a, 8, 27a, 28a) mit vorgegebener Drehrichtung, und der die Linksverdrillung bewirkende Streckenabschnitt als zweite Schleife (7b, 8, 27b, 28b) mit umgekehrter Drehrichtung durchlaufen wird.
21. Vorrichtung nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Schleife (7a, 8) und die zweite Schleife (7b, 8) einen gemeinsamen Abscheidepfad (8) aufweisen.
22. Vorrichtung nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, dass die Schleifen (27a, 28a, 27b, 28b) einen Kreuzungspunkt (21) miteinander haben und jeweils mindestens einen Abscheidepfad (28a; 28b) aufweisen.

23. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 20 bis 22, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Schleife (7a, 8, 27a, 28a) und die zweite Schleife (7a, 8, 27b, 28b) die gleiche Länge aufweisen.

24. Vorrichtung nach Anspruch 18 oder 19, dadurch gekennzeichnet, dass die  
5 Medienzuführleitungen (9) oder eine in die Medienzuführleitungen (9) verzweigende Medien-Sammelleitung (33) während eines Bewegungsablaufs im Wechsel von einer Seite der geschlossenen Bewegungsbahn (6) kommend und von der gegenüberliegenden Seite der Bewegungsbahn (6) kommend zu den Abscheidebrennern (4) verlaufen.

10 25. Vorrichtung nach Anspruch 24, dadurch gekennzeichnet, dass die Medienzuführleitungen (9) bzw. die Medien-Sammelleitung (33) durch die Bewegungsbahn (6) hindurch verlagerbar sind.

15 26. Vorrichtung nach Anspruch 24 oder 25, dadurch gekennzeichnet, dass die Medienzuführleitungen (9) zu einer Medien-Sammelleitung (33) gebündelt sind, die in einem Verzweigungspunkt (37) in die mit den Abscheidebrennern (4) verbundenen Medienzuführleitungen (9) verzweigt.

20 27. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 24 bis 26, dadurch gekennzeichnet, dass die Bewegungsbahn (6) als eine von den Abscheidebrennern (4) der Brenneranordnung (5) vollständig belegte Einfachschleife (30) ausgebildet ist.

25 28. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Vorrichtungsansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass entlang der Bewegungsbahn (6) mindestens zwei um ihre jeweilige Längsachse (2) rotierende Träger (1) vorgesehen sind, und dass die Bewegungsbahn (6) jeweils mindestens einen entlang jedes Trägers (1) verlaufenden Abscheidepfad (31a, 31b, 58a, 58b, 58c, 58d) umfasst.

29. Vorrichtung nach Anspruch 28, dadurch gekennzeichnet, dass die mindestens zwei Träger (1) parallel zueinander verlaufende Längsachsen (2) aufweisen.

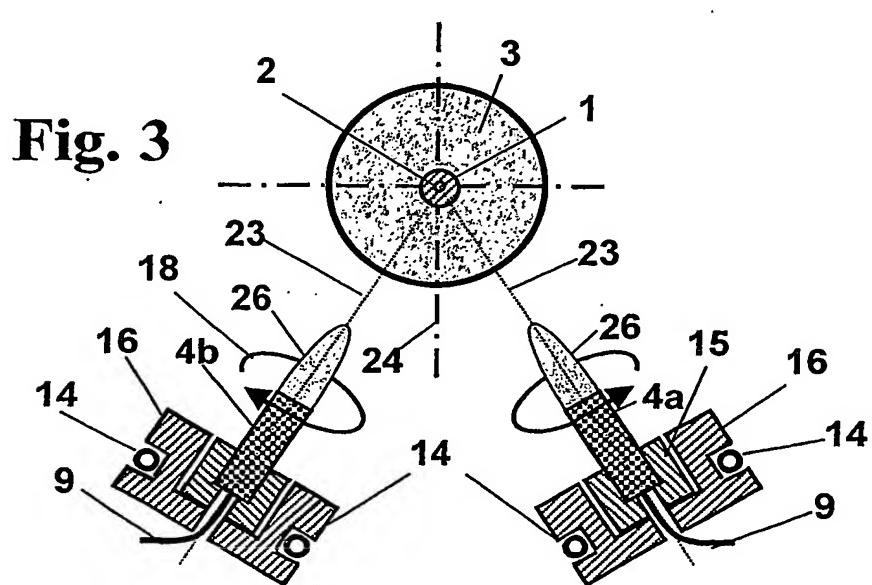
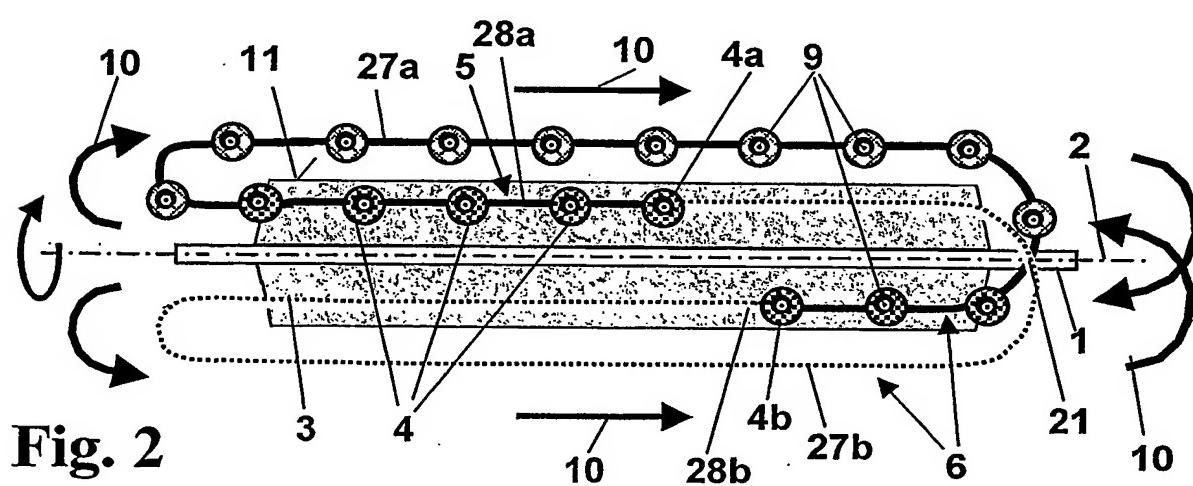
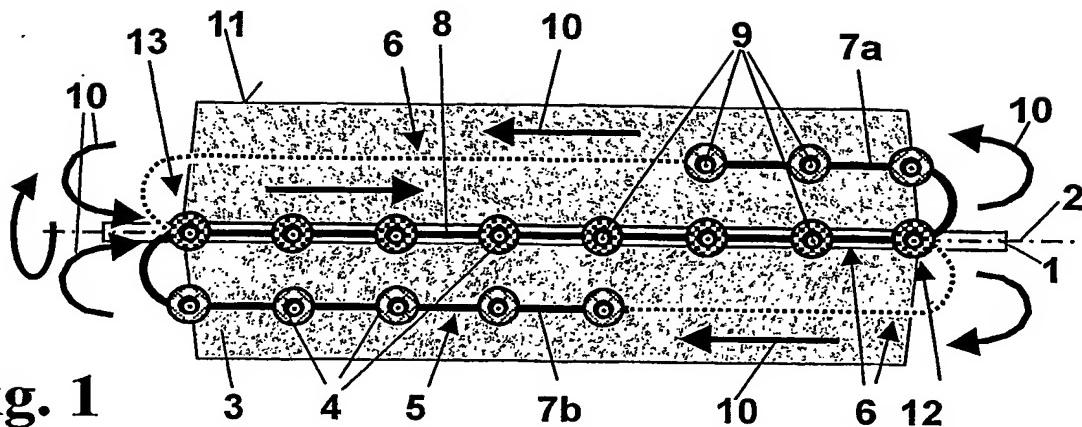
- 33 -

30. Vorrichtung nach Anspruch 29, dadurch gekennzeichnet, dass der Abstand der Längsachsen (2) sich an der Bewegungsbahn (6) gegenüberliegender Träger (1) vergrößerbar ist.

5        31. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Vorrichtungsansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass im Bereich der Rohling-Enden ortsfeste Zusatzheizer (39) vorgesehen sind.

10        32. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Vorrichtungsansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Abscheidebrenner (4) jeweils eine Mittelachse (23) aufweisen, und dass die Abscheidebrenner (4) jeweils in einer mit der Bewegungsbahn (6) verbundenen Halterung um die Mittelachse (23) drehbar gelagert sind.

1/3



2/3

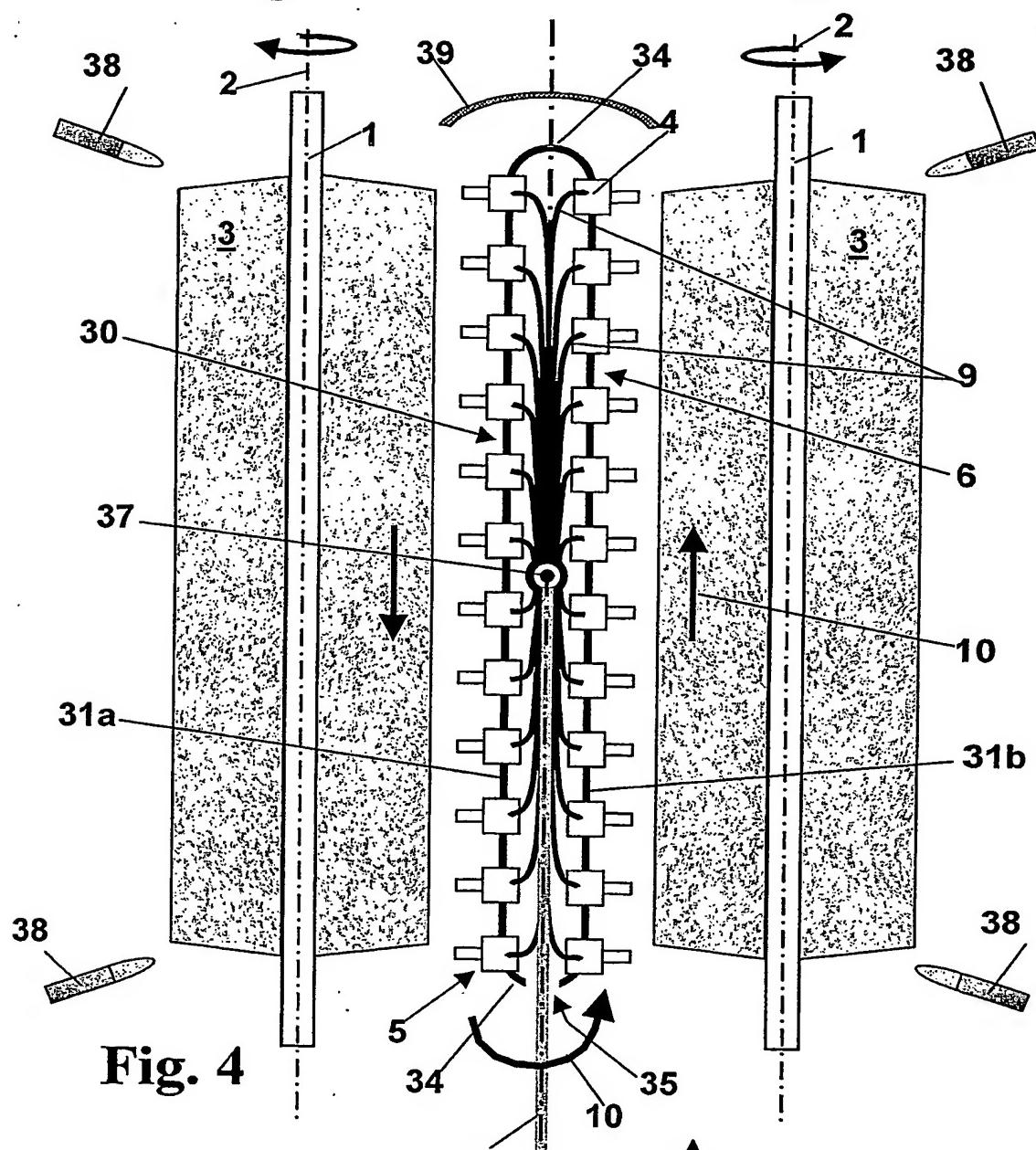


Fig. 4

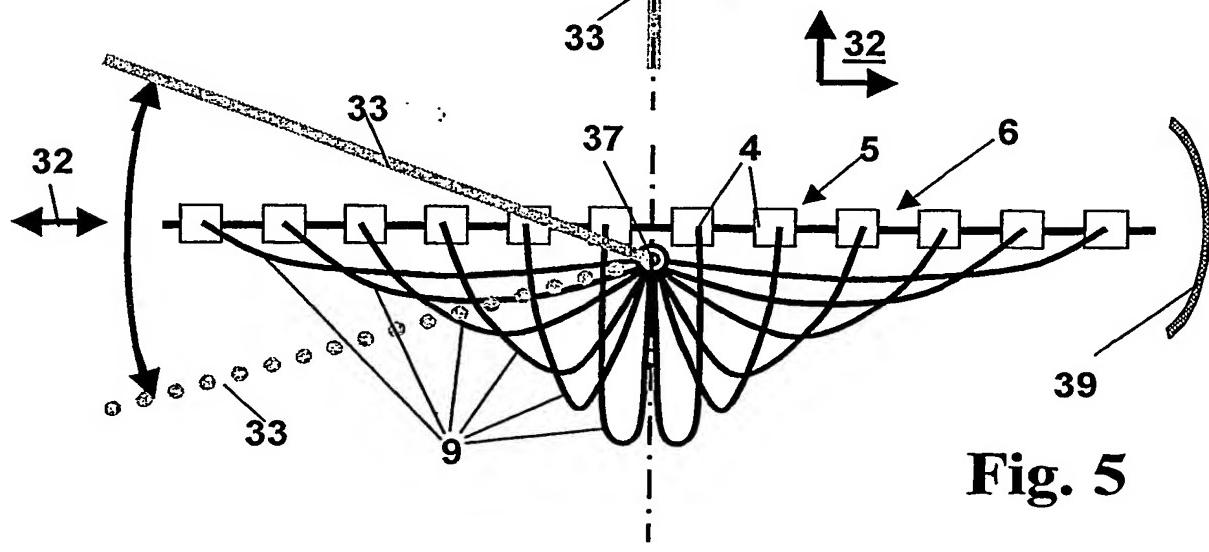


Fig. 5

3/3

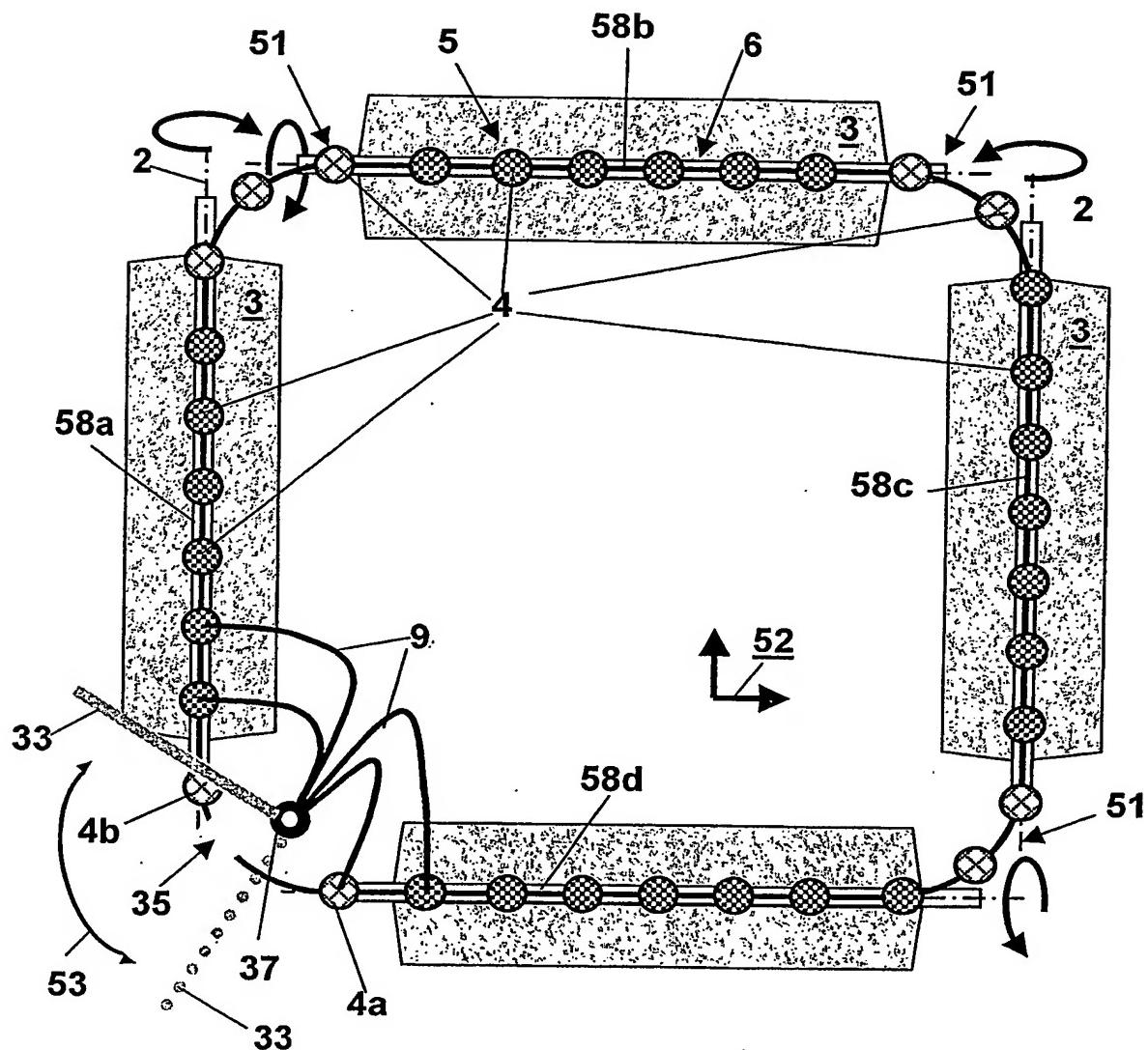


Fig. 6

## Zusammenfassung

### Verfahren und Vorrichtung

#### zur Herstellung eines Körpers aus Quarzglas

Bei einem bekannten Verfahren zur Herstellung eines Körpers aus Quarzglas wird der Einsatz einer Brenneranordnung (5) aus mehreren in einer Reihe angeordneten Abscheidebrennern (4), denen über Medienzuführleitungen (9) eine siliziumhaltige Ausgangssubstanz und Brennstoffe zugeführt werden, vorgeschlagen, wobei die Brenneranordnung (5) in einem vorgegebenen Bewegungsablauf eine geschlossene Bewegungsbahn (6) durchläuft, die einen entlang der Träger-Längsachse (2) verlaufenden Abscheidepfad (8) umfasst. Um hiervon ausgehend ein wirtschaftliches, reproduzierbares und betriebssicheres Verfahren anzugeben, insbesondere, Sootschichten (3) auf einem Träger (1) mit hoher Abscheiderate und gleichzeitig hoher Homogenität herzustellen, wird erfindungsgemäß vorgeschlagen, dass die Brenneranordnung (5) beim Bewegungsablauf einen Rechtsverdrillung der Medienzuführleitungen (9) bewirkenden Streckenabschnitt, und einen eine Linksverdrillung der Medienzuführleitungen (9) bewirkenden Streckenabschnitt durchläuft. (Figur 1)

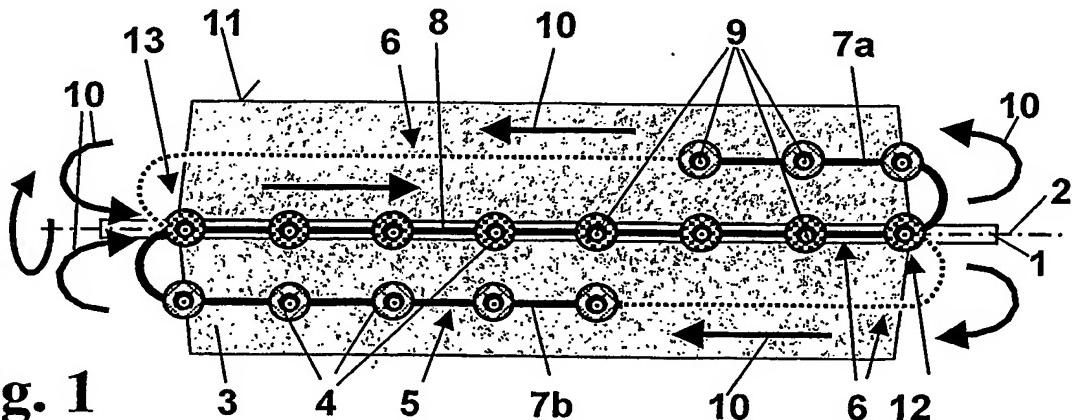


Fig. 1